

## JP7065641

Publication Title:

SMALL DIAMETER TYPE OPTIAL FIBER UNIT FOR OPTICAL COMPOSITE  
OVERHEAD/GROUND CABLE AND MANUFACTURE THEREOF

Abstract:

PURPOSE:To provide an optical composite overhead/ground cable accomodating a plurality of coated optical fibers by providing small dia. optical fiber units to be used for an optical composite overhead/ground cable.

CONSTITUTION:Optical fibers 1 covered with uletane acrylate ultraviolet curing resin are stranded around a center member 2 and they are covered with a primary cover 3 to form an integrated body. Thereon a soft secondary cover 4 is put to compose an optical fiber assembly or unit 5. A plurality of units 5 are stranded around a tensile strength body 6 and then they are covered with a heat resistant thin tape 7 while the secondary covers 4 are deformed into a sector form to fill up the gap between the units 5 and between the units 5 and the body 6 and bridging them, thereby improving the accomodation density. With the covers 4 the optical fibers 1 in the unit 5 is protected from the outside.

-----  
Data supplied from the esp@cenet database - <http://ep.espacenet.com>

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-65641

(43) 公開日 平成7年(1995)3月10日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 B 11/22		7244-5G		
G 0 2 B 6/44	3 6 1	8102-2K		
	3 6 6	8102-2K		
H 0 1 B 5/08				
13/00	5 5 5	7244-5G		

審査請求 未請求 請求項の数12 F D (全 6 頁)

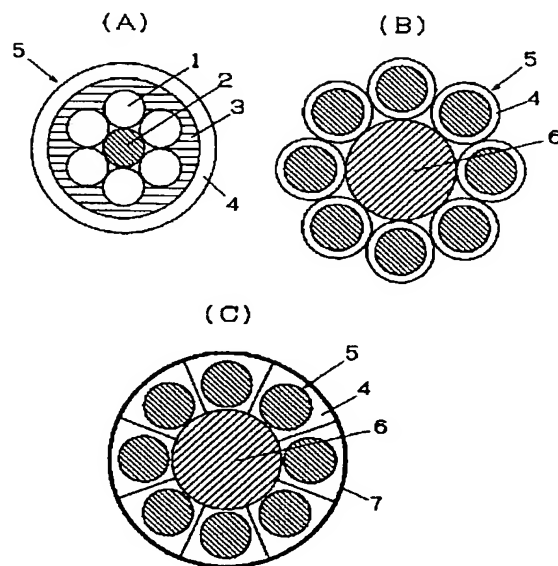
(21) 出願番号	特願平5-230878	(71) 出願人	000002130 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(22) 出願日	平成5年(1993)8月24日	(71) 出願人	000156938 関西電力株式会社 大阪府大阪市北区中之島3丁目3番22号
		(72) 発明者	太田 順一 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内
		(72) 発明者	佐谷 宏 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内
		(74) 代理人	弁理士 石井 康夫 (外1名) 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光複合架空地線用細径光ファイバユニットおよびその製造方法

## (57) 【要約】

【目的】 光複合架空地線に用いられる細径の光ファイバユニットを提供することにより、多くの光ファイバ心線を収納した光複合架空地線を実現する。

【構成】 ウレタンアクリレート系紫外線硬化樹脂で被覆された光ファイバ1を、中心材2の周囲に撚り合わせ、硬質の一次被覆3で一体化して、その上に軟質の二次被覆4を施して光ファイバ集合体5が構成されている。光ファイバ集合体5は、抗張力体6の周囲に撚り合わせられ、耐熱薄肉テープ7で周回し、二次被覆4を扇形に変形して、光ファイバ集合体5と抗張力体6の間および光ファイバ集合体5間の空隙部分を埋め、ブリッジさせて、収納密度を向上させている。二次被覆4により、光ファイバ集合体5内の光ファイバ1を外力から保護している。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ウレタンアクリレート系紫外線硬化樹脂で被覆された光ファイバの複数心が中心材の周囲に撚り合わされ、その上に硬質物質の一次被覆が施され、さらにその上に軟質物質の二次被覆が施された複数本の光ファイバ集合体を、抗張力体の周囲に撚り合わせて、その外周を薄肉耐熱テープで周回し、前記二次被覆が前記光ファイバ集合体と前記抗張力体の間および光ファイバ集合体間の空隙部分を埋め、かつブリッジしている断面形状となっていることを特徴とする光複合架空地線用細径光ファイバユニット。

【請求項2】 硬質物質のヤング率が $40\text{ kg/mm}^2$ 以上であることを特徴とする請求項1に記載の光複合架空地線用細径光ファイバユニット。

【請求項3】 軟質物質のヤング率が $5\text{ kg/mm}^2$ 以下であることを特徴とする請求項1または2に記載の光複合架空地線用細径光ファイバユニット。

【請求項4】 硬質物質と軟質物質のヤング率の比が $8:1$ 以上であることを特徴とする請求項1乃至3に記載の光複合架空地線用細径光ファイバユニット。

【請求項5】 抗張力体がヤング率 $40\text{ kg/mm}^2$ 以下の物質で被覆されていることを特徴とする請求項1乃至4に記載の光複合架空地線用細径光ファイバユニット。

【請求項6】 薄肉耐熱テープの厚さが $30\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1乃至5に記載の光複合架空地線用細径光ファイバユニット。

【請求項7】 ウレタンアクリレート系紫外線硬化樹脂で被覆された光ファイバの複数心を中心材の周囲に撚り合わせ、硬質物質により一次被覆を施し、その上に軟質物質の二次被覆を施して光ファイバ集合体とし、該光ファイバ集合体の複数本を、抗張力体の周囲に撚り合わせ、その外周を薄肉耐熱テープで周回し、該薄肉耐熱テープの圧力により、前記二次被覆の断面形状を変形させて前記光ファイバ集合体と前記抗張力体の間および光ファイバ集合体間の空隙部分を埋め、かつブリッジさせることを特徴とする光複合架空地線用細径光ファイバユニットの製造方法。

【請求項8】 硬質物質のヤング率が $40\text{ kg/mm}^2$ 以上であることを特徴とする請求項7に記載の光複合架空地線用細径光ファイバユニットの製造方法。

【請求項9】 軟質物質のヤング率が $5\text{ kg/mm}^2$ 以下であることを特徴とする請求項7または8に記載の光複合架空地線用細径光ファイバユニットの製造方法。

【請求項10】 硬質物質と軟質物質のヤング率の比が $8:1$ 以上であることを特徴とする請求項7乃至9に記載の光複合架空地線用細径光ファイバユニットの製造方法。

【請求項11】 抗張力体がヤング率が $40\text{ kg/mm}^2$ 以下の物質で被覆されていることを特徴とする請求項

7乃至10に記載の光複合架空地線用細径光ファイバユニットの製造方法。

【請求項12】 薄肉耐熱テープの厚さが $30\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項7乃至11に記載の光複合架空地線用細径光ファイバユニットの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光複合架空地線に用いられる光ファイバユニットに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 架空地線に光ファイバを複合した光複合架空地線としては、実開昭64-16021号公報などに記載されているように、中心部材に光ファイバを収納したものが知られている。

【0003】 図7は、上記公報に記載された光複合架空地線である。図中、11は中心抗張力線、12は光ファイバ、13は耐熱性薄肉テープ、14は中心抗張力体、15はシリコン樹脂、16は耐熱性テープ、17は保護管、18は導体素線である。光ファイバ12の複数本、例えば6本が中心抗張力線11の外周に撚り合わされ、その上に耐熱性薄肉テープ13が縦添えまたは巻き付けられて、光ファイバ集合体が構成されている。この光ファイバ集合体を複数条、例えば4条を中心抗張力体14の外周に撚り合わせ、その外周に、例えば、塗布ダイスなどの方法により熱硬化型のシリコン樹脂15を塗布した後硬化させ、耐熱性テープ16を巻き付け、アルミニウムなどの保護管17に収納して光ケーブルが構成されている。この光ケーブルの周囲に導体素線18を撚り合わせて、光複合架空地線が構成されている。

【0004】 光ファイバ12には、外径 $125\text{ }\mu\text{m}$ のガラスファイバに、外径 $400\text{ }\mu\text{m}$ までシリコン樹脂が被覆された光ファイバが用いられてきた。光複合架空地線は、布設される鉄塔の強度上の問題等から、架空線と同一外径であることが要求される。したがって、架空地線に、より多くの光ファイバを複合させようとする場合、収納スペースが限られているために、高密度に収納される必要がある。これには光ファイバ自体の外径を細くすることが有効であるが、ガラス径を細くすると曲がりやすくなるため、マイクロバント損失が生じやすくなり、また、シリコン樹脂の被覆径を細くすると、外傷に対して脆弱となるため、強度が低下する。

【0005】 この問題を解決するには、外径 $250\text{ }\mu\text{m}$ の紫外線硬化樹脂で被覆された光ファイバを用いるのが有効であるが、被覆が薄いため、クッション効果に乏しく、外力がガラスファイバに伝達されやすくなる。そうすると、マイクロバント損失が生じやすい。したがって、従来の被覆外径が $250\text{ }\mu\text{m}$ の光ファイバを使用した光ファイバユニット構造では、外力から光ファイバを保護するための緩衝層を十分に配する必要がある、結局、収納密度が向上できないという問題があった。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述した問題点を解決するためになされたもので、光複合架空地線に用いられる細径の光ファイバユニットを提供することにより、多くの光ファイバ心線を収納した光複合架空地線を実現することを目的とするものである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、光複合架空地線用細径光ファイバユニットにおいて、ウレタンアクリレート系紫外線硬化樹脂で被覆された光ファイバの複数心が中心材の周囲に撚り合わされ、その上に硬質物質の一次被覆が施され、さらにその上に軟質物質の二次被覆が施された複数本の光ファイバ集合体を、抗張力体の周囲に撚り合わせて、その外周を薄肉耐熱テープで周回し、前記二次被覆が前記光ファイバ集合体と前記抗張力体の間および光ファイバ集合体間の空隙部分を埋め、かつブリッジしている断面形状となっていることを特徴とするものである。

【0008】また、光複合架空地線用細径光ファイバユニットの製造方法において、ウレタンアクリレート系紫外線硬化樹脂で被覆された光ファイバの複数心を中心材の周囲に撚り合わせ、硬質物質により一次被覆を施し、その上に軟質物質の二次被覆を施して光ファイバ集合体とし、該光ファイバ集合体の複数本を、抗張力体の周囲に撚り合わせ、その外周を薄肉耐熱テープで周回し、該薄肉耐熱テープの圧力により、前記二次被覆の断面形状を変形させて前記光ファイバ集合体と前記抗張力体の間および光ファイバ集合体間の空隙部分を埋め、かつブリッジさせることを特徴とするものである。

【0009】上記硬質物質としてヤング率が $40\text{ kg/mm}^2$ 以上の物質、例えば、ヤング率が $40\text{ kg/mm}^2$ 以上のウレタンアクリレート系紫外線硬化樹脂、ポリエーテルイミド、ポリカーボネイト、ポリブチルテレフタレート、ナイロン等の樹脂を用いることができる。

【0010】上記軟質物質としてヤング率が $5\text{ kg/mm}^2$ 以下の物質、例えば、ヤング率が $5\text{ kg/mm}^2$ 以下のウレタンアクリレート系紫外線硬化樹脂、シリコン樹脂を用いることができる。

【0011】上記硬質物質と上記軟質物質として、それらのヤング率の比が8:1以上となるような物質を選択することができる。

【0012】上記抗張力体の被覆材として、ヤング率が $40\text{ kg/mm}^2$ 以下の物質、例えば、ヤング率が $40\text{ kg/mm}^2$ 以下のウレタンアクリレート系紫外線硬化樹脂、FEP樹脂、PFA樹脂、ETFE樹脂を用いることができる。

【0013】上記薄肉耐熱テープの厚さが $30\text{ }\mu\text{m}$ 以下のものを選択することができる。薄肉耐熱テープの材料としては、例えば、ポリイミド、PET、PPSを用いることができる。

## 【0014】

【作用】図3は、ウレタンアクリレート系紫外線硬化樹脂で被覆した光ファイバとシリコン樹脂で被覆した光ファイバとの寿命を比較したものである。横軸は被覆外径、縦軸は外径 $400\text{ }\mu\text{m}$ のシリコン被覆の光ファイバを1とした相対寿命値である。図3から分かるように、ウレタンアクリレート系紫外線硬化樹脂で被覆した光ファイバは、シリコン樹脂で被覆した光ファイバと比べて、細径であっても破断寿命を長くできる。そのため、収納密度の向上が可能となる。

【0015】光ファイバは、中心材と撚り合わされて、硬質物質の一次被覆で一体化されている。硬質物質は、光ファイバ個々の移動を阻止し、外力により変形しにくいため、光ファイバが曲げられて損失増加を生じる事故を防止する。

【0016】硬質物質の一次被覆の周囲に被覆された軟質物質よりなる二次被覆は、圧力による変形を防止する。光ファイバの収納密度を向上させるために、光ファイバ集合体を撚り合わせた外周に耐熱薄肉テープが周回されるが、そのテープの圧力により軟質物質が変形する。変形によりテープの圧力を緩和させるとともに、この軟質物質は、光ファイバ集合体と抗張力体との間、および、光ファイバ集合体間に生じる空隙を埋め、ブリッジしているから、加えられた応力を分散させる利点もある。また、光ファイバの収納密度の向上に効果がある。

【0017】比較のために、一次被覆、二次被覆を、ともに軟質物質、または、硬質物質で構成した場合、および、一次被覆を軟質物質、二次被覆を硬質物質で構成した例について述べる。一次被覆、二次被覆をともに軟質物質で構成すると、変形によりテープ圧力の緩和効果は得られるが、変形が光ファイバにまでおよぶため、損失増加が生じる。一方、一次被覆、二次被覆とも硬質物質で構成すると変形が生じないため空隙部分が生じることになり、光ファイバの収納密度が低下する。また、応力緩和効果がないため光ファイバに応力が伝搬する。伝搬した応力は、光ファイバに微少な曲がりを生じさせることがあり、マイクロバント損失と呼ばれている現象が発生し、損失増加を引き起こす原因となる。また、一次被覆を軟質物質、二次被覆を硬質物質で構成すると、以上に述べたような変形による空隙の充填や、応力緩和が生じないため、光ファイバの収納密度の低下や損失増加を引き起こすことになる。

【0018】図4に、二次被覆のヤング率Eをパラメータとして、 $0.2\text{ kg/mm}^2$ 、 $5\text{ kg/mm}^2$ 、 $40\text{ kg/mm}^2$ 、 $100\text{ kg/mm}^2$ としたときの、一次被覆のヤング率と、製造過程で生じた損失増加量（波長 $1.55\text{ }\mu\text{m}$ で測定）の関係を示す。二次被覆のヤング率が $0.2\text{ kg/mm}^2$ 、 $5\text{ kg/mm}^2$ のときは、一次被覆のヤング率を $40\text{ kg/mm}^2$ 以下とすれば損失増加は生じないことがわかる。

5

【0019】図5に、一次被覆のヤング率Eをパラメータとして、 $5\text{ kg/mm}^2$ 、 $40\text{ kg/mm}^2$ 、 $100\text{ kg/mm}^2$ としたときの、二次被覆のヤング率と抗張力体および光ユニット間に生じる空隙の断面積の関係を示す。二次被覆のヤング率が $5\text{ kg/mm}^2$ 以下の領域で空隙はほぼなくなる。以上で述べた一次被覆を硬質の物質、二次被覆を軟質の物質とすることによって生じる光ファイバの曲がり防止と、二次被覆の変形による空隙を埋める効果とは、一次被覆と二次被覆のヤング率の比が8:1以上であれば生じると考えられる。

【0020】薄肉耐熱テープは、雷や送電線事故時に架空地線に流れる電流によって発生する熱を光ファイバに伝わりにくくすると共に一次被覆された光ファイバの集合体を抗張力体周囲にひきしめ、光ファイバ収納密度を向上させる働きを有する。薄肉耐熱テープの厚さとしては、 $30\text{ }\mu\text{m}$ 以下が適切である。図6は、薄肉耐熱テープの厚さと損失増加量との関係を示す線図である。テープ厚 $12\text{ }\mu\text{m}$ 、 $20\text{ }\mu\text{m}$ 、 $30\text{ }\mu\text{m}$ 、 $40\text{ }\mu\text{m}$ 、 $50\text{ }\mu\text{m}$ のポリイミドテープを用いて同様のユニットを製造し、損失測定を行ったものである。損失増加量をほぼゼロとするにはテープ厚は $30\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。また、テープ厚が $30\text{ }\mu\text{m}$ 以上であると、光ファイバユニットの外径を増加させるばかりでなく、薄肉耐熱テープを周回させるときに、テープが変形しにくいため、一次被覆された光ファイバの集合体との接触面積が小さくなり、部分的な応力を与えることになる。この部分的な応力によって損失が増加するものと考えられる。

【0021】

【実施例】図1は、本発明の光複合架空地線用細径光ファイバユニットの一実施例を説明するための断面図で、図1(A)は光ファイバ集合体の断面図、図1(B)は光ファイバ集合体を抗張力線の周りに撚り合わせた状態の断面図、図1(C)は薄肉耐熱テープを周回した光ファイバユニットの断面図である。図中、1は光ファイバ、2は中心材、3は一次被覆、4は二次被覆、5は光ファイバ集合体、6は抗張力体、7は薄肉耐熱テープである。

【0022】光ファイバ1は、ウレタンアクリレート系紫外線硬化樹脂で被覆されている。この光ファイバ1を、中心材2の周囲に撚り合わせて、硬質のウレタンアクリレート系紫外線硬化樹脂の一次被覆3で一体化して外力により変形しにくい構造となっている。その上に、軟質のウレタンアクリレート系紫外線硬化樹脂の二次被覆4が施され、図1(A)に示す光ファイバ集合体5が構成されている。二次被覆4は、被覆直後はほぼ円筒形状をしており、図1(B)に示すように、光ファイバ集合体5を抗張力体6の周りに撚り合わせた時点でも、二次被覆4は、円筒形状を保っている。

【0023】この上に、薄肉耐熱テープ7が周回される。周回される薄肉耐熱テープ7の圧力により、軟質の

6

二次被覆4は変形し、図1(C)に示すように、扇形となり、光ファイバ集合体5と抗張力体6の間、および、隣接する光ファイバ集合体5同士の間空隙部分を埋め、ブリッジ効果を有する形状となる。

【0024】図1に示した実施例の具体例について説明する。光ファイバ1として、ウレタンアクリレート系紫外線硬化樹脂で被覆されたシングルモード光ファイバを用いた。コア径は約 $9\text{ }\mu\text{m}$ 、クラッド径は $125\text{ }\mu\text{m}$ 、コアとクラッドの比屈折率差が約0.35%で、被覆径は $250\text{ }\mu\text{m}$ である。この具体例では、中心材2は、外径 $250\text{ }\mu\text{m}$ のFRPを用いたが、FRPに限る必要はなく、鋼線や光ファイバ等を用いることもできる。中心材2は表面が平滑であった方が、光ファイバと一体化されるときに、光ファイバに微小な曲げを与えることが少ないため好ましい。中心材2の芯材として光ファイバを用いた場合には、光ファイバの収納密度の向上にもつながる利点がある。

【0025】中心材2として、外径 $200\text{ }\mu\text{m}$ のFRPにウレタンアクリレート系紫外線硬化樹脂を施したものを用いることができる。中心材2は、ナイロン、FEP、PFA、ETFE等の、熔融温度が $150^\circ\text{C}$ 以上の熱可塑性材料でも同様な特性が得られることを確認している。中心材2に、熱可塑性材料を使用する場合、熔融温度が $150^\circ\text{C}$ 以上でないと通電時の温度上昇によって、中心材の熔融変形が生じて、問題となる場合がある。

【0026】一次被覆3は、ヤング率が $50\text{ kg/mm}^2$ のウレタンアクリレート系紫外線硬化樹脂である。この例では、硬質材は、光ファイバ1を撚り合わせたものの全周にわたり被覆されているが、図2に示すように、一次被覆3は、光ファイバ1の間の空隙を充填する程度でも、光ファイバ1を一体化して曲がりを防ぐ効果はある。二次被覆4は、ヤング率が $1\text{ kg/mm}^2$ のウレタンアクリレート系紫外線硬化樹脂を用いた。この例では、外径 $1.0\text{ mm}$ まで被覆している。

【0027】一次被覆3としては、ウレタンアクリレート系紫外線硬化樹脂を用いた例を示したが、ポリエーテルイミド、ポリカーボネイト、ポリブチルテレフタレート、ナイロン等の樹脂を用いることができる。また、二次被覆4としては、ウレタンアクリレート系紫外線硬化樹脂を用いた例を示したが、シリコン樹脂等を用いてもよい。

【0028】抗張力体6は、この例では、直径 $1.6\text{ mm}$ のFRPを用いたが、より細い物質を芯材として、一次被覆以下のヤング率の物質を被覆したものを使用すると、抗張力体表面にも変形が生じるので、よりテープによる圧力が緩和される。薄肉耐熱テープ7は、この例では、厚さ $12.5\text{ }\mu\text{m}$ 、巾 $15\text{ mm}$ のポリイミドテープを1/2重ねで周回巻きした。PET、PPS製の薄肉テープを用いてもよい。また、厚さ $50\text{ }\mu\text{m}$ のポリイミ

7

ドテープで周回巻きをしたところ、 $0.18 \text{ dB/km}$ の損失増加が認められた。図6で説明したように、損失増加量をほぼゼロにするには、テープ厚は $30 \mu\text{m}$ 以下であることが望ましいことが判明した。

【0029】

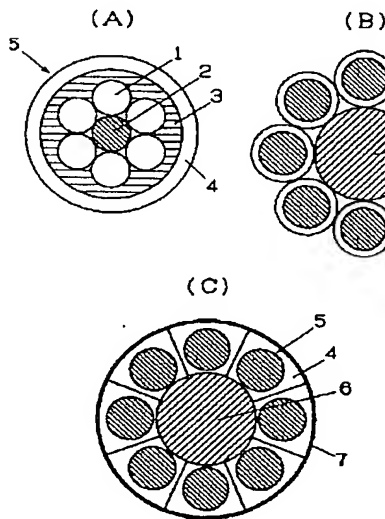
【発明の効果】以上の説明から明かなように、本発明による光複合架空地線用光ファイバユニットは、従来のものと比較して光ファイバの収納密度が高いので、同一外径の光複合架空地線ではより多くの心数を収納でき、多くの心数を必要とする経路に適用するのが効果的である。また、二次被覆がブリッジされ、その弾性効果により、外力に対しても十分な保護ができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

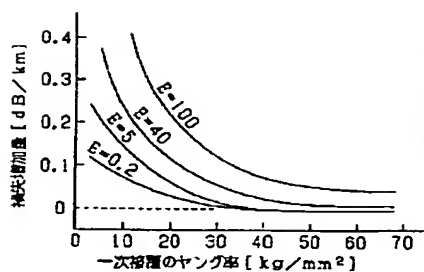
【図1】本発明の光複合架空地線用細径光ファイバユニットの一実施例の断面図である。

【図2】本発明の光複合架空地線用細径光ファイバユニットの他の実施例に用いられる光ファイバ集合体の断面図である。

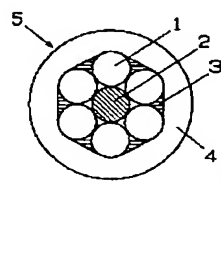
【図1】



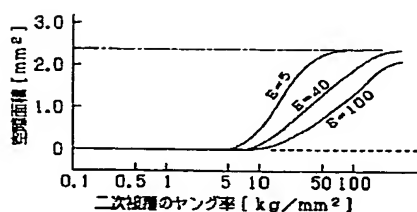
【図4】



【図2】



【図5】



8

【図3】ウレタンアクリレート系紫外線硬化樹脂で被覆した光ファイバとシリコン樹脂で被覆した光ファイバとの寿命を比較した線図である。

【図4】一次被覆材のヤング率と、損失増加量の関係を示す線図である。

【図5】二次被覆材のヤング率と、空隙面積の関係を示す線図である。

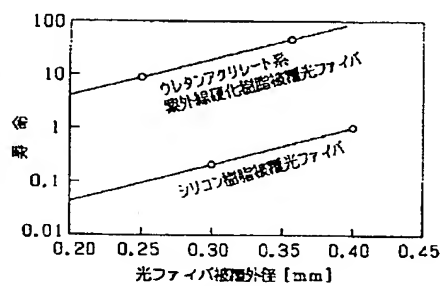
【図6】薄肉耐熱テープの厚さと損失増加量との関係を示す線図である。

10 【図7】従来の光複合架空地線の一例の断面図である。

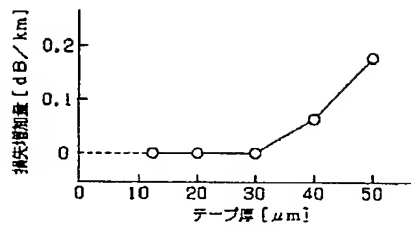
【符号の説明】

- 1 光ファイバ
- 2 中心材
- 3 一次被覆
- 4 二次被覆
- 5 光ファイバ集合体
- 6 抗張力体
- 7 薄肉耐熱テープ

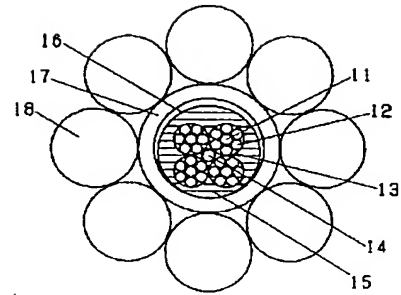
【図3】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 久野 聡志  
神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電  
気工業株式会社横浜製作所内

(72)発明者 真見 優一  
神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電  
気工業株式会社横浜製作所内

(72)発明者 斎藤 孝司  
神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電  
気工業株式会社横浜製作所内

(72)発明者 糸 祐二  
大阪府大阪市北区中之島三丁目3番22号  
関西電力株式会社内

(72)発明者 柏原 吉永  
大阪府大阪市北区中之島三丁目3番22号  
関西電力株式会社内